

Requested document: [DE19835947 click here to view the pdf document](#)

Optical microphone has a mirror surface only partially over the membrane to reduce the membrane mass for increased sensitivity and pliability without loss of recording quality

Patent Number: DE19835947
Publication date: 2000-02-17
Inventor(s): HIBBING MANFRED (DE); GORELIK VLADIMIR (DE); NIEHOFF WOLFGANG (DE)
Applicant(s): SENNHEISER ELECTRONIC (DE)
Requested Patent: ☐ [DE19835947](#)
Application Number: DE19981035947 19980808
Priority Number(s): DE19981035947 19980808
IPC Classification: H04R23/00; G02B26/00
EC Classification: [H04R23/00D](#)
Equivalents:

Abstract

The optical microphone has a transmitting lightwave conductor (1) coupled to a light source (14). An opto-electrical converter (19) is coupled to the receiver lightwave conductor (2). The light waves are reflected from a membrane (3) with a mirror surface (3a). The mass of the membrane (3) is reduced by locating the mirror surface (3a) only partially where the light strikes the membrane, to increase the membrane pliability and sensitivity at the same threshold frequency.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 35 947 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
H 04 R 23/00
G 02 B 26/00

②1 Aktenzeichen: 198 35 947.0
②2 Anmeldetag: 8. 8. 1998
④3 Offenlegungstag: 17. 2. 2000

DE 198 35 947 A 1

⑦1 Anmelder:
Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, 30900
Wedemark, DE

⑦4 Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

⑦2 Erfinder:
Niehoff, Wolfgang, Dr.-Ing., 30900 Wedemark, DE;
Gorelik, Vladimir, Dr.-Ing., 30627 Hannover, DE;
Hibbing, Manfred, Dipl.-Phys., 30900 Wedemark,
DE

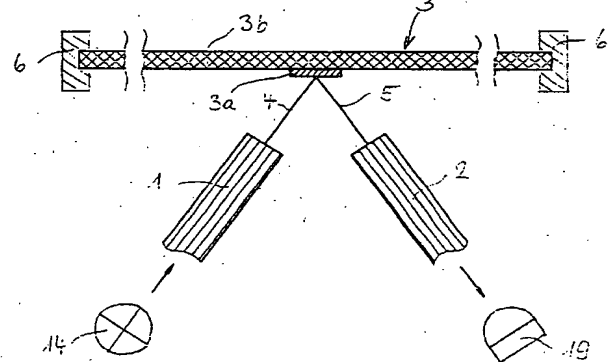
⑤6 Entgegenhaltungen:
US 36 22 791
GARTH, D.: Ein rein optisches Mikrofon. In: Acu-
stica, Bd.73, 1991, S.72-89;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Optisches Mikrofon

⑤1 Die Erfindung betrifft ein optisches Mikrofon mit einem an eine Lichtquelle (14) gekoppelten Sende-Lichtwellenleiter (1), einem an einen optoelektrischen Wandler (19) gekoppelten Empfangs-Lichtwellenleiter (2) und mindestens einer Membran (3) mit einer Spiegelfläche (3a). Um bei gleicher Grenzfrequenz die Nachgiebigkeit der Membran und damit die Empfindlichkeit vergrößern zu können, wird die Masse der Membran (3) dadurch verringert, daß sie nur partiell im Auftreffbereich des Lichts mit einer Spiegelfläche (3a) versehen ist.



DE 198 35 947 A 1

Die Erfindung betrifft ein optisches Mikrofon mit einem an eine Lichtquelle gekoppelten Sende-Lichtwellenleiter, einem an einen optoelektrischen Wandler gekoppelten Empfangs-Lichtwellenleiter und mindestens einer Membran mit einer Spiegelfläche, die die Enden der beiden Lichtwellenleiter miteinander koppelt, wobei die Membran rechtwinklig zur Spiegelfläche ausgelenkt wird und das Licht schräg auf diese auftrifft.

Optische Schallsensoren bzw. damit aufgebaute Mikrofone, die nach dem Lichtintensitätsverfahren arbeiten, verwenden Lichtwellenleiter (LWL), um einerseits das Licht von einer Lichtquelle, beispielsweise von einer lichtemittierenden Diode, in das Mikrofongehäuse hineinzuleiten und andererseits das durch das akustische Signal intensitätsmodulierte Licht aus dem Mikrofon zu einem Photodetektor, beispielsweise zu einer Photodiode, zurückzuleiten.

Das Prinzip solcher optischer Mikrofone ist in "ACUSTICA", International Journal on Acoustics, Vol. 73, 1991, Seiten 72 bis 89 beschrieben. Die bekannten Ausführungen von optischen Mikrofonen weisen jeweils einen Sende- und Empfangs-Lichtwellenleiter sowie eine reflektierende Membran auf. Das aus dem Sende-Lichtwellenleiter austretende Lichtbündel wird auf die Membran gerichtet, von dieser reflektiert und erzeugt einen Lichtfleck im Bereich der Stirnfläche des Empfangs-Lichtwellenleiters. Durch die vom Schall verursachte Membranbewegung kommt es zu einer Lichtfleckverschiebung und dadurch zu einem unterschiedlich großen Lichteinfall am Empfangs-Lichtwellenleiter, so daß sich der Überdeckungsgrad von Lichtfleck einerseits und Stirnfläche des Empfangs-Lichtwellenleiters andererseits, ändert. Dadurch wird die Intensität des empfangenen Lichts moduliert und kann mit Hilfe eines an den Empfangs-Lichtwellenleiter angeschlossenen Photodetektors in ein elektrisches Signal umgewandelt werden, welches als übliches Mikrofonsignal weiterverarbeitet werden kann. Der erzeugte Lichtfleck hat etwa den Durchmesser des Sende-Lichtwellenleiters. Der optische Modulationsgrad, der die Wandlerempfindlichkeit des Mikrofans bestimmt, ist bei gegebener Lichtfleckverschiebung um so größer, je kleiner der Durchmesser des Lichtflecks und der Durchmesser des Empfangs-Lichtwellenleiters ist, je dünner also beide Lichtwellenleiter sind.

Bei optischen Mikrofonen wird eine flach ausgedehnte Membran verwendet, die am Rand eingespannt ist und unter mechanischer Zugspannung steht. Um eine möglichst hohe Mikrofonempfindlichkeit zu erreichen, muß die vom Schall verursachte Membranauslenkung möglichst groß gemacht werden. Um bei einem bestimmten Schalldruck eine große Membranauslenkung zu erzielen, müßte die mechanische Nachgiebigkeit der Membran groß, die Membran also weich sein. Die Membrannachgiebigkeit kann allerdings nicht beliebig erhöht werden, weil hierdurch bei bestimmter Membranmasse die Resonanzfrequenz zu sehr verringert wird und dadurch die Übertragungseigenschaften des Mikrofans bei hohen Frequenzen beeinträchtigt werden. So wird beispielsweise bei Mikrofonen, die als sogenannte Druckempfänger arbeiten, die Grenze des Übertragungsbereichs bei hohen Frequenzen durch die Resonanzfrequenz bestimmt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Empfindlichkeit von optischen Mikrofonen zu verbessern, ohne deren Aufnahmequalität zu verschlechtern.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch gelöst, daß die Membran aus einem Substrat aus einem elastischen, leichten Material besteht, das nur im Auftreffbereich des Lichts mit einer Spiegelfläche versehen ist. Durch diese Maßnahme wird die Masse der Membran er-

heblich reduziert, so daß bei gleicher Resonanzfrequenz des Mikrofans die Nachgiebigkeit der Membran und damit die Mikrofonempfindlichkeit erhöht werden kann.

Vorzugsweise besteht die Membran aus einer partiell metallisierten Kunststoffolie. Das Substrat besteht hierbei vorzugsweise aus PET-Folie und ist vorzugsweise mit einer Goldschicht als Spiegelfläche versehen. Da die Membranauslenkung in der Mitte der Membranfläche am größten ist, wird die partielle Spiegelfläche zweckmäßigerweise in der Mitte der Membran angeordnet.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen stellen dar:

Fig. 1a Querschnitt durch ein bekanntes optisches Mikrofon;

Fig. 1b Darstellung der Modulationswirkung bei Auslenkung der Membran;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines optischen Mikrofans, bei dem die Membran ganzflächig mit einer Spiegelfläche versehen ist; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines optischen Mikrofans mit einer Membran gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1a zeigt eine Querschnittsansicht eines bekannten optischen Mikrofans, wie es beispielsweise in ACUSTICA, Vol. 73 (1991), Seiten 72 bis 89 offenbart ist. Es werden zwei Lichtwellenleiter, ein Sende-Lichtwellenleiter 1 und ein Empfangs-Lichtwellenleiter 2 so gegenüber einer verspiegelten Membran 3 angeordnet, daß das von einer Lichtquelle 14 kommende und von einem Lichtwellenleiter 1 abgestrahlte Licht 4 über die Membran 3 teilweise in den zweiten Lichtwellenleiter 2 eingekoppelt wird.

Wie in **Fig. 1b** zu sehen, überdeckt in Ruhelage der Membran 3 (in den Figuren als durchgezogene Linie dargestellt) der von der Membran 3 zurückgespiegelte Lichtfleck 5 nur zum Teil die Eingangsöffnung des zweiten Lichtwellenleiters 2. Wird nunmehr die Membran 3 ausgelenkt (punktierte Linie), beispielsweise in Richtung der Lichtwellenleiter, so ändert sich der Überdeckungsgrad, wodurch bei Messung des im Lichtwellenleiter 2 empfangenen Lichts 5 bzw. 5a mittels eines Photodetektors 19 ein entsprechend verändertes elektrisches Signal erzeugt wird.

In den **Fig. 2** und 3 sind schematisch im Schnitt in zwei Ausführungsformen die wesentlichen Teile eines optischen Mikrofans dargestellt, deren Aufbau ähnlich ist wie in **Fig. 1**, wobei die in einer Halterung 6 eingespannte Membran 3 jedoch unterschiedlich gestaltet ist. In **Fig. 2** besteht die Membran 3 aus einem Substrat 3b aus einer Kunststoffolie, die mit einer Spiegelschicht 3a aus vorzugsweise Gold ganzflächig beschichtet ist. Ein solcher Aufbau hat gegenüber einer reinen Metallmembran schon eine geringere Masse.

In **Fig. 3** ist jedoch gezeigt, daß die in der Halterung 6 eingespannte Membran 3 aus einer Kunststoffolie als Substrat 3b besteht, die nur im Bereich der Reflexion des Lichtstrahls 4 mit einer Spiegelfläche 3a, vorzugsweise aus Gold, versehen ist. Die in **Fig. 3** gezeigte Membran 3 ist deutlich leichter und hat damit eine geringere Masse, so daß sich bei gegebener Nachgiebigkeit der Membran eine höhere Resonanzfrequenz ergibt, oder bei gegebener Resonanzfrequenz die Nachgiebigkeit erhöht werden kann.

Die Resonanzfrequenz f ist von dem Produkt von Membrannachgiebigkeit N und Membranmasse M abhängig nach der bekannten Formel

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{N \cdot M}}$$

Da die metallische Reflexionsschicht 3a eine bestimmte Mindestdicke erfordert, um gute Reflexionseigenschaften zu erreichen, ist die erforderliche Dicke z. B. 0,2 µm. Die Stärke der Kunststoffolie, vorzugsweise PET-Folie (Mylar), liegt im Bereich von 1 µm. Dies bedeutet, daß bei einem spezifischen Gewicht von 19,3 g/cm³ für Gold und 1,33 g/cm³ für die Kunststoffolie sich die Gesamtmasse z. B. bei einer Beschichtung der Membranfläche von nur 10% etwa um den Faktor 3 vermindert.

Patentansprüche

1. Optisches Mikrofon mit einem an eine Lichtquelle (14) gekoppelten Sende-Lichtwellenleiter (1), einem an einen optoelektrischen Wandler (19) gekoppelten Empfangs-Lichtwellenleiter (2) und mindestens einer Membran (3) mit einer Spiegelfläche (3a), die die Enden der beiden Lichtwellenleiter (1, 2) miteinander koppelt, wobei die Membran (3) rechtwinklig zur Spiegelfläche (3a) ausgelenkt wird und das Licht schräg auf diese trifft, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Membran (3) aus einem Substrat (3b) aus einem elastischen, leichten Material besteht, das nur im Auftreffbereich des Lichts mit einer Spiegelfläche (3a) versehen ist.
2. Optisches Mikrofon nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3) aus einer partiell metallisierten Kunststoffolie (3b) besteht.
3. Optisches Mikrofon nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (3b) aus einer PET-Folie besteht.
4. Optisches Mikrofon nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffolie (3b) mit einer Goldschicht als Spiegelfläche (3a) versehen ist.
5. Optisches Mikrofon nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelfläche (3a) auf der Membran (3) in der Mitte der Membranfläche angeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leersseite -

Fig. 1a

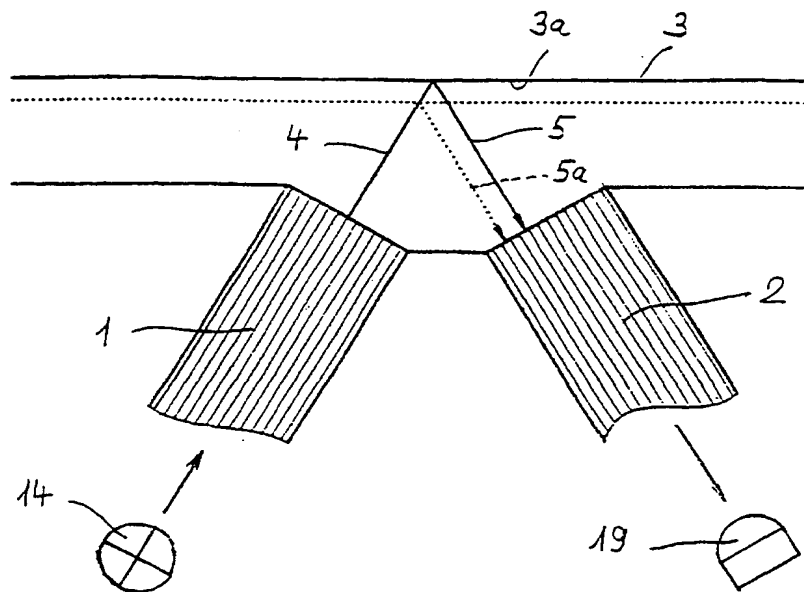
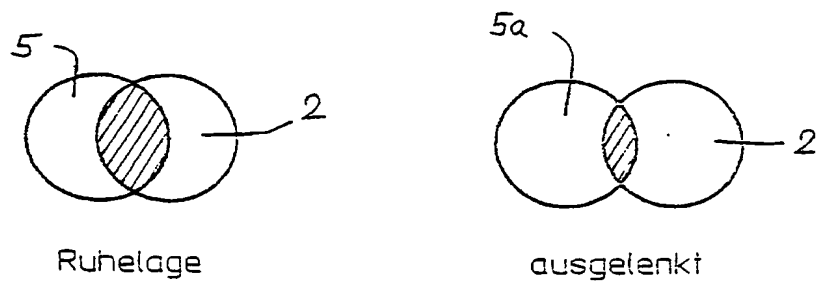


Fig. 1b



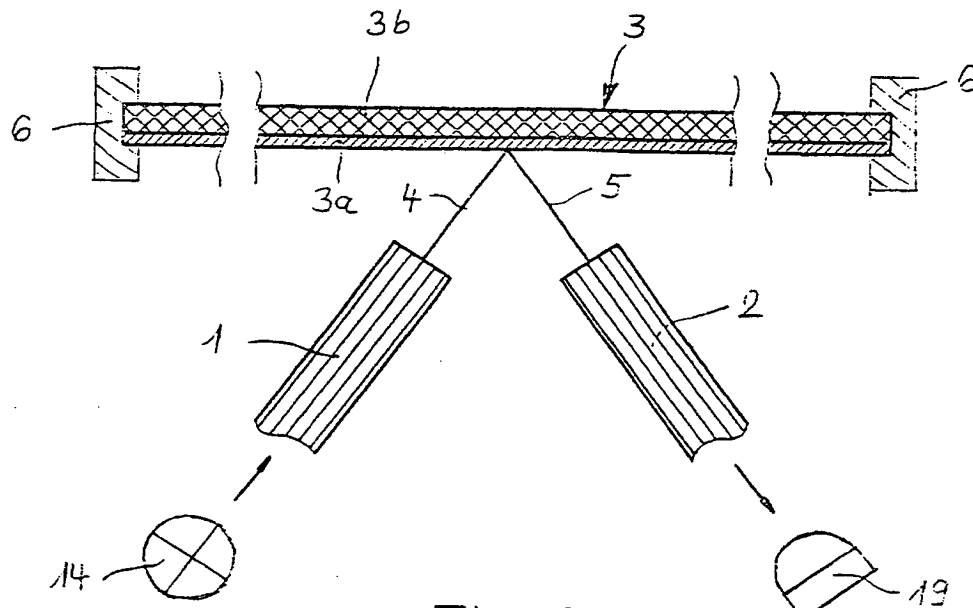


Fig. 2

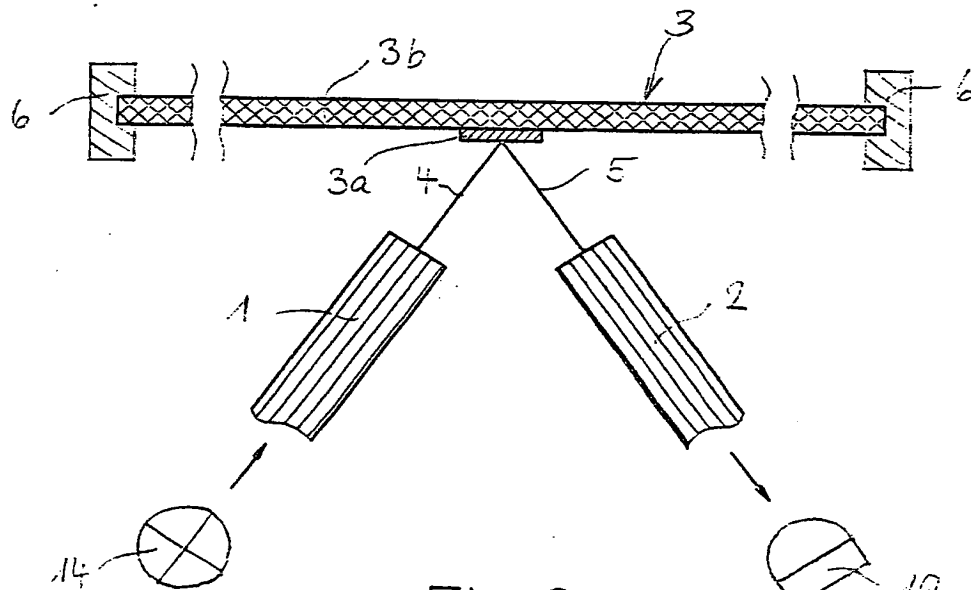


Fig. 3